

О РАЗДЕЛЕНИИ И АНАЛИЗЕ ПЕРЕКРЕЩИВАЮЩИХСЯ СИГНАЛОВ

© 2020 И. Я. Львович, Ю. Л. Чупринская, Н. Е. Кравцова

Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)

В статье обсуждаются проблемы разделения и анализа перекрещивающихся сигналов. С подобными явлениями можно встретиться как в системах связи, так и в различных информационно-телекоммуникационных системах.

Ключевые слова: сигнал, обработка информации, информационная система.

Во многих случаях на практике анализируемые сигналы получают как перекрытия по нескольким одиночным элементарным сигналам.

Эти элементарные сигналы получают вследствие того, что существуют специфические свойства в компонентах используемых объектов.

Даже очень сложные сигналы могут быть разложены по таким сигналам, которые являются простыми [1, 2].

Например, в радиотехнических устройствах активным образом применяют подходы, базирующиеся на том, что сигналы раскладываются по множеству гармонических сигналов.

Они характеризуются разными частотами.

Существует функция, на базе которой будет описываться зависимость амплитуд соответствующих гармоник от частот [3].

Она рассматривается, как амплитудная спектральная характеристика сигнала $V(t)$.

Тогда есть возможности для того, чтобы формировать ряд Фурье. Его составляющие определяются при помощи прямого преобразования Фурье.

Исходя из спектрального состава периодической последовательности, относящейся к соответствующему импульсу, есть возможности для осуществления обратного преобразования Фурье:

С тем, чтобы осуществить идентификацию и определения по количественному составу в каждый из компонент в суммарном сигнале, требуется иметь информацию отно-

сительно параметров элементарных сигналов [4].

Например, учитываются положения их максимумов, амплитуда, средняя ширина и др.

Тогда анализ и разделение сигналов дают возможность для того, чтобы определять параметры элементарных сигналов.

Указанные операции для сигналов базируются на методах комплексного разделения.

При этом требуется опираться на аппроксимацию кривых.

В качестве основного предположения мы исходим из того, что можно использовать некоторую аналитическую функцию, чтобы описать любой элементарный сигнал.

Базируясь на такой гипотезе, мы можем осуществить генерацию и синтез нескольких функций [5].

Они рассматриваются в виде профиля элементарного сигнала.

Параметры могут быть скорректированы, исходя из того, какие профили будут рассматриваться.

Существуют задачи, связанные с минимизацией отклонений элементарных сигнальных последовательностей от наблюдаемых сигналов.

Исходя из найденных параметров для точки минимума, будет осуществляться процесс анализа и разделения суммарного сигнала [6].

Есть возможность для применения методов нелинейной оптимизации в ходе разделения сигналов с привлечением компьютерной техники.

Параметры синтезированных сигналов можно перебрать, это связано с, так называемыми, методами непосредственного поиска.

В дальнейшем, параметры сравниваются с исходным сигналом, определяются отклонения.

Львович Игорь Яковлевич – Воронежский институт высоких технологий, ректор, office@vivt.ru.

Чупринская Юлия Леонидовна – Воронежский институт высоких технологий, студент, chuprimy9ul@yandex.ru.

Кравцова Нина Евгеньевна – Воронежский институт высоких технологий, студент, kravtrovnnin@yandex.ru.

В итоге происходит выделение направлений, в которых будет происходить уменьшение в отклонении.

Отмеченные подходы большей частью используются для первых этапов в процедурах оптимизации. С точки зрения расчета минимума в отклонении, они достаточно эффективные. Но недостатком указанных подходов может считаться низкая скорость сходимости.

Для того, чтобы обнаруживать направление, в котором будет минимум отклонения, можно опираться на метод Гаусса-Ньютона и методы градиента. Для указанных подходов характерна высокая скорость сходимости [7, 8].

Но важно правильным образом сделать выбор по начальным значениям, чтобы прийти к глобальному экстремуму.

Если число максимумов и параметров, подлежащих оценкам, достаточно большое, тогда подходы, базирующиеся на градиенте, будут более эффективны, если их сравнивать с методом Гаусса-Ньютона.

В этой связи при реализации на практике можно для каждого из методов учитывать их достоинства.

Для первых этапов используют способы непосредственного поиска.

Для дальнейших этапов происходит переход к методам градиента, и тем, чтобы получалась лучшая сходимость.

Форма, число и степень перекрытия по элементарным сигналам оказывают влияние на время, которое требуется для вычислений на каждом из методов.

Когда разделяются сигналы, тогда необходимо вести оценку параметров: форм элементарных сигналов, их средней ширины и др. Форма, как уже отмечалось, может быть определена на основе аналитических функций [9, 10].

Например, если анализируются оптические сигналы, тогда они будут зависеть от волнового числа. Описание формы базируется на гауссовской или лоренцевской кривой.

Вследствие того, что характеристика измерительного преобразования являются нестабильными, можно наблюдать, так называемый фоновый сигнал. Его можно аппроксимировать при помощи линейной функции.

Должна быть минимизирована сумма квадратов непонятное слово среди наблюдаемым сигналом и его моделью.

Эта невязка рассматривается в виде целевой функции.

Число элементарных сигналов вначале является известным. Происходит оценка вектора параметров всех элементарных сигналов.

С ростом числа перекрывающихся параметров будет расти погрешность начальных значений параметров от истинных значений [11, 12].

Оценка формы сигналов проводится в несколько этапов.

1. Происходит вычисление второй производной сигнала.

2. Осуществляется определение нулей третьей производной в сигнале.

3. Для этапа 2 происходит выбор по точкам, для которых вторая производная описывается отрицательным минимумом. Полученные в ходе выбора точки, рассматриваются в виде положений максимумов.

4. Происходит определение расстояний от положений максимумов до ближайших точек максимумов вторых производных в сигнале, когда анализ ведется справа и слева относительно максимумов.

5. Происходит определение наблюдаемых значений для точек каждого из максимумов.

6. На основе начальных значений происходит синтез сигнала.

С тем, чтобы осуществить разделение по большому числу сигналов, имеющих перекрытия, можно опираться на анализ производных с более высокими порядками.

Но при этом можно столкнуться с проблемами увеличения шумовой компоненты в наблюдаемом сигнале.

Есть существенная вероятность того, что число элементарных сигналов будет определено неверным образом.

Наблюдаемый сигнал может быть разбит по участкам таким образом, чтобы в них входили лишь 5 или 6 максимумов.

Тогда более удобно использовать метод вычислений, если сравнивать с разделением сигналов для одного большого участка с точки зрения времени вычислений и объемов требуемой памяти.

Таким образом, на основе рассмотренных подходов можно проводить анализ перекрывающихся сигналов в различных системах обработки информации на практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боева А. В. Исследование характеристик речевых сигналов на основе вейвлет-анализа / А. В. Боева, А. П. Преображенский // Информатика: проблемы, методы, техно-

логии. Материалы XX Международной научно-методической конференции. Под редакцией А. А. Зацаринного, Д. Н. Борисова. – 2020. – С. 17-24.

2. Цепковская Т. А. Моделирование рассеяния радиоволн на объекте с учетом информационной составляющей отраженных сигналов / Т. А. Цепковская // Современные инновации в науке и технике. Сборник научных трудов 10-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Курск, – 2020. – С. 341-343.

3. Львович И. Я. О проблемах моделирования функционирования модема в системах связи / И. Я. Львович // Школа молодых новаторов. Сборник научных статей международной молодежной научной конференции. В 2-х томах. – 2020. – С. 111-114.

4. Преображенский Ю. П. Об использовании комбинированных алгоритмов в электродинамических задачах / Ю. П. Преображенский // Школа молодых новаторов. Сборник научных статей международной молодежной научной конференции. В 2-х томах. – 2020. – С. 145-148.

5. Преображенский Ю. П. Особенности модели мягкого декодера / Ю. П. Преображенский // В сборнике: Техника и технологии: пути инновационного развития. Сборник научных трудов 9-й Международной научно-практической конференции. В 2-х томах. Отв. редактор А. А. Горохов. – 2020. – С. 97-100.

6. Цепковская Т. А. О сложении сигналов в каналах систем связи / Т. А. Цепковская // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее. Сборник научных статей 3-й Всероссийской научной конференции. Курск, – 2020. – С. 239-243.

7. Берников В. В. Возможности распараллеливания обработки изображений с помощью OPENCV и OPENMP / В. В. Берников, А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2019. – Т. 7. – № 2 (25). – С. 110-126.

8. Берников В. В. Анализ алгоритмов обнаружения движущихся объектов на видеоизображении / В. В. Берников, А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2018. – Т. 6. – № 3 (22). – С. 223-233.

9. Львович И. Я. Основы информатики / И. Я. Львович, Ю. П. Преображенский, В. В. Ермолова. – Воронеж, – 2014. – 339 с.

10. Преображенский А. П. Методика прогнозирования радиолокационных характеристик объектов в диапазоне длин волн с использованием результатов измерения характеристик рассеяния на дискретных частотах / А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // Системы управления и информационные технологии. – 2004. – № 2 (14). – С. 98-101.

11. Преображенский Ю. П. Применение поглощающих материалов при проектировании электродинамических устройств / Ю. П. Преображенский // Будущее науки - 2018. Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах. Ответственный редактор А. А. Горохов. – 2018. – С. 374-377.

12. Преображенский Ю. П. Проблемы кодирования информации в каналах связи / Ю. П. Преображенский // Современные инновации в науке и технике. Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Ответственный редактор А. А. Горохов. – 2018. – С. 180-182.

ABOUT SEPARATION AND ANALYSIS OF CROSSING SIGNALS

© 2020 I. Ya. Lvovich, Yu. L. Chuprinskaya, N. E. Kravtsova

Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)

The paper discusses the problems of separation and analysis of crossed signals. Similar phenomena can be encountered both in communication systems and in various information and telecommunication systems.

Keywords: signal, information processing, information system.